

APLICACIÓN DE INTERNET DE LAS COSAS PARA IDENTIFICAR FACTORES DE RIESGO EN AMBIENTES INDUSTRIALES

INTERNET OF THINGS APPLICATION TO IDENTIFY RISK FACTORS IN INDUSTRIAL ENVIRONMENTS

Jimmy Josué Peña Koo

TecNM / Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán, México
jimjpk@itsyucatan.edu.mx

Orlando Adrián Chan May

TecNM / Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán, México
ochan@itsyucatan.edu.mx

José Ildelfonso Espinosa Pacho

TecNM / Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán, México
jepinosa@itsyucatan.edu.mx

Holzen Atocha Martínez García

TecNM / Instituto Tecnológico Superior Progreso, México
hmartinez@itsprogreso.edu.mx

Recepción: 31/octubre/2019

Aceptación: 17/diciembre/2019

Resumen

El presente trabajo emplea el modelo de referencia de Internet de las Cosas (IoT), para el desarrollo de una aplicación que permita leer las variables que reflejan factores de riesgo en ambientes industriales por medio de sensores que obtienen el valor de: luminosidad, temperatura, humedad, gases naturales, humo y flama, conectados a una placa de código abierto que envía los datos a un repositorio de almacenamiento en la nube. Por medio de esta aplicación se registró información en tiempo real de un taller industrial, permitiendo identificar el comportamiento de la variación de los niveles registrados por los dispositivos electrónicos. Se observó el comportamiento de esta información por medio de gráficas y tendencias generadas con ThingSpeak y MatLab, dando paso a la generación de conocimiento para toma de decisiones por parte de los administradores del taller industrial, tal como afirma Covarrubias et al. en 2018 al indicar que se han de aprovechar métodos descriptivos

y predictivos para proponer y facilitar la toma de decisiones, encontrando medidas correctivas o de mejora.

Palabras Clave: Internet de las cosas, Multiplexor, NodeMCU, Sensores, ThingSpeak.

Abstract

This research uses the Internet of Things (IoT) reference model, for the development of an application that allows reading variables that reflect risk factors in industrial environments through sensors that obtain the value of: luminosity, temperature, humidity, natural gases, smoke and flame, connected to an open-source board that sends the data to a cloud storage repository. Through this application, real-time information from an industrial workshop was recorded, allowing the identification of the variation behavior of the levels recorded by electronic devices. The behavior of this information was observed through graphs and trends generated with ThingSpeak and MatLab, giving way to the generation of knowledge for decision-making by the administrators of the industrial workshop, as stated by Covarrubias et al. in 2018, indicating that descriptive and predictive methods have to be used to propose and facilitate decision-making, finding corrective or improvement measures.

Keywords: Internet of things, Multiplexer, NodeMCU, Sensors, ThingSpeak.

1. Introducción

Actualmente las personas disponen de diversos objetos u elementos que están conectados a Internet, entre los que se encuentran: teléfonos inteligentes, relojes, automóviles y aparatos electrodomésticos. También, las empresas e industrias disponen de diversos sensores para el monitoreo y control de sus procesos, lo que permite la transferencia de datos en tiempo real y que sirven de apoyo para análisis de información y toma de decisiones.

El Internet de las cosas es la interconexión de los objetos del mundo físico a través de Internet y los cuales están equipados con sensores, actuadores y tecnologías de comunicación. Esta tecnología va encaminada hacia una gran variedad de ámbitos,

tales como la industria, la salud y la energía, así como para facilitar el desarrollo de nuevas aplicaciones y la mejora de las aplicaciones ya existentes [Bonilla, Tavizon, Morales, Guajardo y Laines, 2016: 2313].

La evolución de Internet ha marcado nuevas formas de acceder a la información. Las aplicaciones de Internet de las Cosas impactan en todos los sectores de la sociedad y es un fenómeno que tiende a introducirse de forma exponencial, sustentada sobre el desarrollo de las tecnologías y en especial las tecnologías inalámbricas, cada aplicación demanda de un conjunto de información que el uso de Internet de las Cosas facilita y hace posible adaptar con facilidad de acuerdo a la aplicación que se desee desarrollar. Sin dudas esta nueva forma brinda diversas posibilidades en todos los sectores de la humanidad [Cruz, Pinargote, Demera y Zambrano, 2018:148].

La atención a este fenómeno es urgente por muchas razones. La mayor parte del tráfico actual de Internet ya es originado por la interconexión de los objetos, no de las personas, y las proyecciones globales del impacto económico del IoT son potencialmente de once billones de euros para 2025. La gran mayoría de usos del IoT se encuentran en casi todos los sectores industriales. Las suministradoras de gas y petróleo por ejemplo dependen de sensores de energía interconectados digitalmente. Las empresas de transporte y navegación utilizan tecnologías de IoT para el seguimiento de vehículos y paquetes. Los sistemas médicos se basan cada vez más en dispositivos de monitorización, diagnóstico y tratamiento conectados a Internet. Las empresas manufactureras emplean sistemas IoT para gestionar el manejo de materiales, la optimización de inventarios y la conexión de sistemas robóticos [Barrio, 2018: 13].

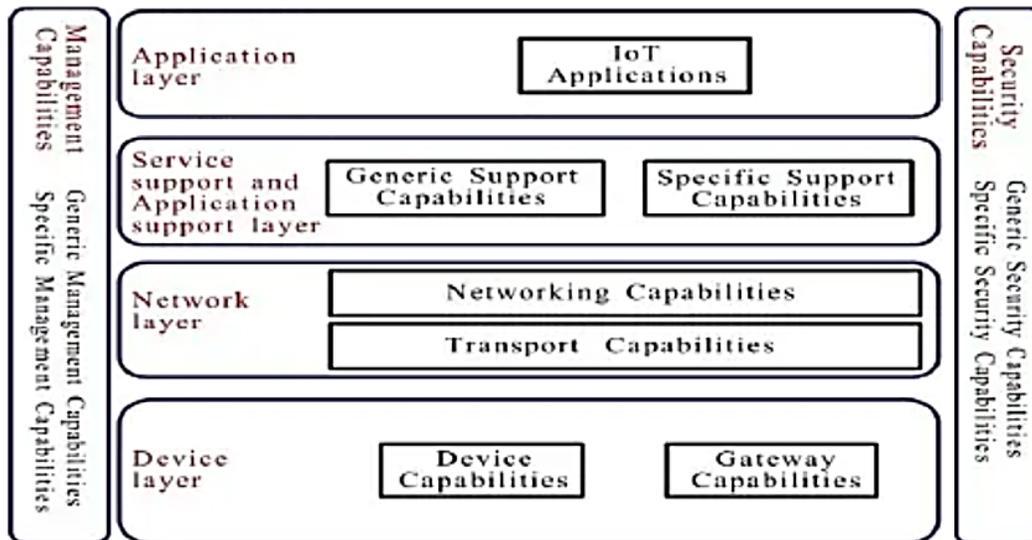
Considerando lo anterior, este trabajo de investigación fue desarrollado con base al modelo de referencia de IoT como un prototipo de integración de tecnologías tanto a nivel hardware como software al emplear diversos sensores medio-ambientales, interconectados mediante un multiplexor con la placa electrónica NodeMcu, para obtener mediciones relevantes, mismas que se almacenaron en la nube con ThingSpeak y que posteriormente servirán de base para análisis de condiciones de riesgo en ambientes industriales. Es importante mencionar que el desarrollo de

aplicaciones IoT es posible por la disponibilidad y el precio accesible de sus componentes.

2. Métodos

De acuerdo con [Hernández *et al.*, 2010], la investigación es aplicada por su propósito con un enfoque cuantitativo, de tipo pre-experimental, debido a que se miden los factores de riesgo en ambientes industriales.

Para desarrollar el prototipo del sistema, se consideró el modelo de referencia citado por [Guillemin *et al.*, 2013], que se presenta en la figura 1 propuesto por el Sector de Estandarización de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T, por sus siglas en inglés).



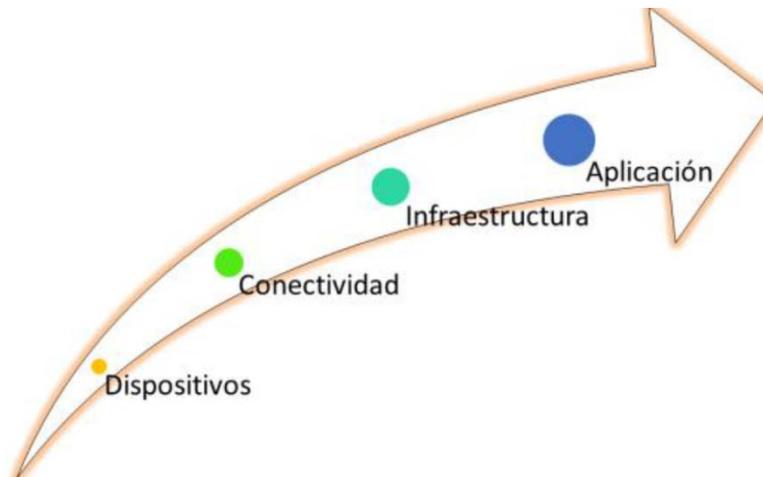
Fuente: [Guillemin, 2013: 1].

Figura 1 Modelo de referencia de IoT.

[Manrique, Briceño y Portocarrero, 2016], presentan de forma general el modelo de la arquitectura IoT, el cual se compone de cuatro niveles como se observa en la figura 2:

- Dispositivos. En este nivel se emplearon diversos sensores, que fueron los responsables de recopilar información entre los que se encuentran los de humedad, luminosidad y diversos gases. Además, todos fueron integrados a

través de un multiplexor y una placa electrónica para desarrollo de proyectos IoT.



Fuente: [Manrique, 2016: 3].

Figura 2 Modelo de una arquitectura IoT.

- Conectividad. Proporcionaron control de acceso, conexión y recursos de transporte de datos sobre la red, fue posible por medio de una conexión inalámbrica a internet con el módulo ESP8266.
- Infraestructura. Permitió el almacenamiento de los datos recopilados por los sensores en una plataforma de almacenamiento en la nube, es decir, el envío y recepción.
- Aplicación. En esta capa se encuentra la aplicación de IoT que se encargó de procesar la información almacenada para su posterior presentación en modo gráfico para visualizar los distintos niveles de las mediciones de los sensores.

Los cuatro niveles en conjunto permitieron la implementación del sistema, sin embargo, es importante mencionar, que no hay una metodología absoluta en las soluciones basadas en IoT. De igual manera, es posible emplear placas electrónicas alternas con componentes que pudieran conectarse a Internet, así como decidir la implementación en una infraestructura propia o emplear los servicios basados en la nube.

3. Resultados

Al aplicar la metodología general de una arquitectura IoT, se construyó un prototipo para lectura de variables enfocadas a ambientes industriales, se definieron sus protocolos de comunicación, el medio de almacenamiento y el entorno para visualizar los datos almacenados en la nube.

La arquitectura define los cuatro niveles: dispositivos, conectividad, infraestructura y aplicación; mismos que se describen en su aplicación al experimento.

Dispositivos

La construcción del prototipo requirió de sensores para medir: temperatura y humedad (DHT11), el cual envía una salida digital con señal de transmisión de hasta 20 metros; intensidad de luz (KY018), contiene una foto-resistencia que envía una señal analógica, es una resistencia variable de acuerdo a la incidencia de luz, en oscuridad el valor es alto, cuando se expone a la luz el valor es bajo, es utilizado en cámaras, lámparas de jardín, luces automáticas, entre otros; fuego (KY-026), funciona entre longitudes de onda infrarroja de 760nm a 1100nm, capaz de enviar una señal analógica o digital al alcanzar umbrales configurados con el potenciómetro incluido en el módulo; humo y gases inflamables (MQ2), mide concentraciones de gas natural en el aire, detecta concentraciones desde 300 hasta 10000 ppm, es sensible a LPG (Liquefied Petroleum Gas), propano, metano, alcohol, hidrógeno y humo, envía una salida analógica o digital que se calibra con un potenciómetro.

Los sensores fueron conectados a la placa IoT de código abierto NodeMCU con un SoC Wi-Fi ESP8266 del fabricante Amica, la cual implementa trece pines digitales de Entrada/Salida de propósito general y una entrada analógica de 10 bits. Al requerir la conexión de tres sensores analógicos y disponer de solo un pin de esta característica, se utilizó un multiplexor/demultiplexor de 16 canales bidireccionales, CD74HC4067, con la finalidad de dirigir las tres señales a una única entrada. La conexión de los sensores fue configurada en los diferentes pines de la placa NodeMCU de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 1 Configuración de conexiones en la placa IoT NodeMCU.

Sensor	Modelo	Pin
Temperatura y humedad	DHT11	D5
Multiplexor	CD74HC4067	A0 => Señal D1 => S0 D2 => S1 D4 => S2 D0 => S3
Humo y gases inflamables	MQ2	C0 del multiplexor
Intensidad de luz	KY018	C1 del multiplexor
Fuego	KY-026	C2 del multiplexor

Fuente: Elaboración propia.

Conectividad

Para el envío de los datos recibidos de las lecturas realizadas por los sensores, la placa IoT de código abierto NodeMCU se conectó mediante el SoC Wi-Fi ESP8266 al servicio de almacenamiento en la nube ofrecido por ThingSpeak. Los datos son empaquetados y enviados en formato de cadena de texto en intervalos de 20 segundos con el método GET por el protocolo HTTP, una vez recibidos son desempaquetados y almacenados en formato CSV.

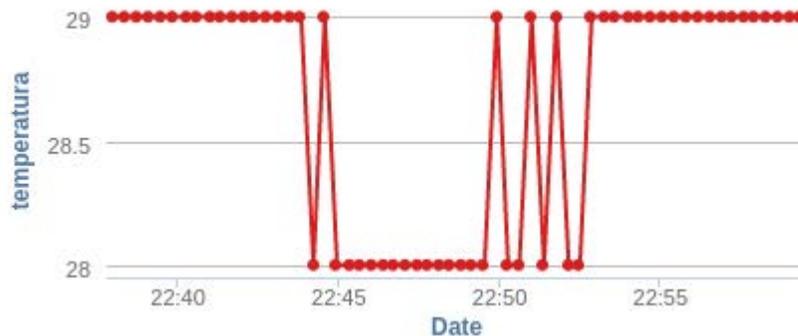
Infraestructura

El almacenamiento de datos en la nube se realizó mediante la API de ThingSpeak que permite recoger y almacenar datos de sensores en la nube y desarrollar aplicaciones IoT. En la plataforma de almacenamiento en la nube se creó un canal con cinco campos para guardar los siguientes datos: humedad, temperatura, gas, luz y flama; adicional a esta estructura, para el análisis posterior se almacena como información complementaria los siguientes atributos: fecha, hora y ubicación. La API permitió recopilar, almacenar, analizar, visualizar y actuar sobre la información recogida por los sensores.

Aplicación

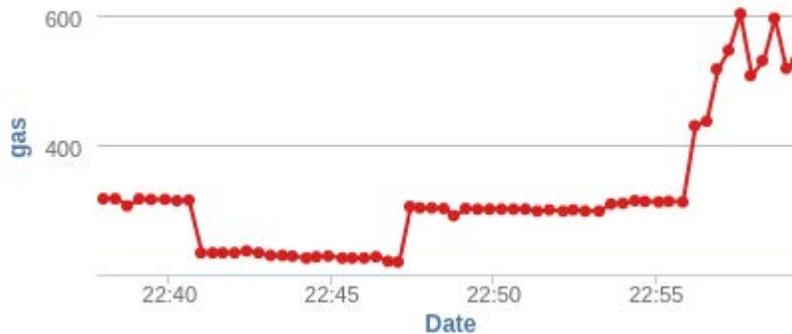
La placa IoT empleada soporta dos lenguajes para desarrollo de aplicaciones: LUA y C con el IDE Arduino. El desarrollo de la aplicación se realizó con el lenguaje

de programación C, en su cabecera se instanciaron las siguientes librerías para obtener los valores registrados por los sensores: ESP8266WiFi, ThingSpeak, DHT, multiplexer-CD74HC4067-16-lines y MQ2. También fue necesario emplear dos llaves proporcionadas por el API de ThingSpeak, una para lectura (al visualizar los datos y gráficas de comportamiento) y la otra para escritura (durante el almacenamiento de los valores obtenidos). La visualización del comportamiento de las variables se realizó por medio de gráficas, tal como se muestra en las figuras 3 y 4 en las cuales se presenta un ejemplo de lecturas en un intervalo de tiempo de temperatura y flama respectivamente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3 Datos obtenidos con el sensor DHT11.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4 Datos obtenidos con el sensor MQ2.

4. Discusión

Las aplicaciones de Internet de las Cosas, ahora son posibles por los diversos elementos que se han desarrollado, productos de la evolución de la tecnología,

entre las que se encuentra la placa electrónica NodeMCU, a través del cual es posible monitorear la ubicación de los sensores, almacenar e interpretar los datos que envían en la nube, y en general tener información de diversos entornos para la predicción de sucesos que puedan beneficiar a las personas. “El Internet de las cosas permitirá una mejor calidad de vida, ya que tiene la capacidad de recopilar, analizar datos que reunidos entre sí se puedan convertir en información importante y conocimiento” [Sanmartín, Ávila, Vilora y Jabba: 2016, 338].

Este paradigma representa una forma novedosa del envío y recepción de datos a partir de diversos objetos, con la característica principal que éstos se conectan a Internet, lo que permite crear infraestructuras basadas en hardware y software para el establecimiento de una adecuada comunicación. [Ynzunza, Izar, Bocarando, Aguilar y Larios, 2017], concuerdan que, en el entorno actual de competencia global, desarrollo tecnológico e innovación, las empresas se ven forzadas a reconfigurar sus procesos. La manufactura inteligente es parte de una transformación, en la que las tecnologías de fabricación y de la información se han integrado para responder de forma oportuna a sus necesidades. Señalan la importancia de transitar hacia la adopción de estas tecnologías para la competitividad y la necesidad de recurso humano especializado para su desarrollo e implementación. Al igual que otros países, en México se han lanzado una serie de iniciativas para incorporar a las empresas del país a la cuarta revolución industrial y acelerar el proceso de adopción. [Gómez, 2015] señala: “En un mundo donde ya es una realidad el Internet de las Cosas, con máquinas y dispositivos conectados a la red, las empresas mexicanas deben aprovecharse de esta tendencia para encontrar oportunidades de negocios”.

De lo anterior, personas e industrias que aún no cuentan con tecnología IoT se están interesando en el tema debido a las ventajas que ofrece el desarrollo de este tipo de aplicaciones y su amplio soporte en cuanto a tecnologías hardware y software. Entonces, es posible encontrar aplicaciones IoT desarrolladas, para automatizar hogares, dispositivos de localización en tiempo real, sistemas de monitoreo en áreas de cultivo y por supuesto, las empresas se encuentran inmersas en estos desarrollos, donde IoT representa un bloque importante para alcanzar lo que se ha

denominado como Industria 4.0, donde convergen diversas áreas de conocimientos: análisis de datos, sistemas expertos, modelado 3D, cómputo en la nube, hardware y desarrollo de software. El presente trabajo aporta información obtenida a través de los diversos sensores que servirán de apoyo para la construcción de un sistema más robusto para la predicción de posibles ambientes de riesgo en las industrias y colaborar en la adopción de las nuevas tecnologías basadas en IoT.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Barrio, M. (2018). *Internet de las Cosas*. España: Reus Editorial.
- [2] Bonilla, I., Tavizon, A., Morales, M., Guajardo, L., y Laines, C. (2016). *IoT, el Internet de las Cosas y la innovación de sus aplicaciones*. ResearchGate.
- [3] Cruz, M., Pinargote, J., Demera, G. y Zambrano, D. (2018). *Revista científica Dominio de las Ciencias*. No 2, 4, pág. 147-160.
- [4] Covarrubias, P., Bitrán, E. & Urzúa, M. (2018). *Cómo emprender en Internet de las Cosas: Conceptos Prácticos*. Chile: Fundación País Digital.
- [5] Gómez, J. (2015). *Internet de las Cosas, oportunidad para empresas en México*: <https://expansion.mx/tecnologia/2015/10/15/internet-de-las-cosas-oportunidad-para-empresas-en-mexico>.
- [6] Guillemin, P., Berens, F., Arndt, M., Ladid, L., Thubert, P., Percivall, G., De Lathouwer, B., Liang, S., Bröring, A., & Carugi, M. (2013). *Internet of Things standardisation. Status, Requirements, Initiatives and Organisations*.
- [7] Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- [8] Manrique, J., Briceño, W., y Portocarrero, J. *Gestión de proyectos para soluciones en Internet de las Cosas*: <https://www.researchgate.net/publication/310118938>.
- [9] Sanmartin, P., Ávila, K., Vilora, C. y Jabba, D. (2016). *Internet de las cosas y la salud centrada en el hogar*. *Salud Uninorte*, No 2, 32, Pag. 337-351.
- [10] Ynzunza, C., Izar, J., Bocarando, J., Aguilar, F. y Larios, M. (2017). *El entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras*. *ConCiencia Tecnológica*.